



TUGAS AKHIR TT 090361

**RANCANG BANGUN PEMBANGKIT UNIT SOLAR CHARGE
CONTROLLER ACCU 12 VOLT - 65 AH PADA LAMPU
PENERANGAN LED SOLAR CELL 50 WP DAN HYBRID DI
TAMAN TEKNIK FISIKA - ITS SURABAYA**

**EKO PUJO SASMITO
NRP 2411.031.057**

**Dosen Pembimbing
Fitri Adi Iskandariato, ST. MT**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**



FINAL PROJECT TT 090361

***DESIGN GENERATOR UNIT SOLAR CHARGE
CONTROLLER ACCU 12 VOLT - 65 AH IN LIGHT LED
LIGHTING AND SOLAR CELL HYBRID PLN 50 WP PARK
ENGINEERING PHYSICS - ITS Surabaya***

**EKO PUJO SASMITO
NRP 2411.031.057**

Advisor Lecturer
Fitri Adi Iskandarianto, ST. MT

***DIPLOMA III METROLOGY AND INSTRUMENTATION
Department of Physics Engineering
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014***

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**“RANCANG BANGUN PEMBANGKIT UNIT SOLAR
CHARGE CONTROLLER ACCU 12 VOLT - 65 AH PADA
LAMPU PENERANGAN LED SOLAR CELL 50 WP DAN
HYBRID DI TAMAN TEKNIK FISIKA - ITS
SURABAYA”**

Oleh :

Eko Pujo Sasmito
NRP. 2411 031 057

Surabaya, 18 Juli 2014
Menyetujui,
Dosen Pembimbing 1




Fitri Adi Iskandarianto, ST. MT
NIPN. 19790325 200604 1 002

Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS

Ketua Program Studi D3
T.Metrologi dan Instrumentasi



Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA.
NIPN. 19650309 199021 1001



Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, MSc.
NIPN 19620822 198803 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

"RANCANG BANGUN PEMBANGKIT UNIT SOLAR CHARGE CONTROLLER ACCU 12 VOLT - 65 AH PADA LAMPU PENERANGAN LED SOLAR CELL 50 WP DAN HYBRID PLN DI TAMAN TEKNIK FISIKA - ITS SURABAYA"

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya

Pada

Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi

Jurusan Teknik Fisika

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :




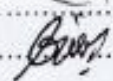
Eko Pujo Sasmito

NRP. 2411 031 057

SURABAYA

18 Juli 2014

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir

- | | | |
|-----------------------------------|---|---------------------|
| 1. Fitri Adi I, ST.MT |  | Dosen Pembimbing I |
| 2. Hendra Cordova, ST.MT |  | Ketua Tim Penguji I |
| 3. Andi Rahmadiansah, ST.MT |  | Dosen Penguji I |
| 4. Irwansyah ST.MT |  | Dosen Penguji II |

**DESIGN GENERATOR UNIT SOLAR CHARGE
CONTROLLER ACCU 12 VOLT - 65 AH IN LIGHT LED
LIGHTING AND SOLAR CELL HYBRID PLN 50 WP
PARK ENGINEERING PHYSICS - ITS Surabaya**

Name : Eko Pujo Sasmito
NRP : 2411 031 057
Department : Diploma 3 of Metrology and
Instrumentation
Advisor Lecturer : Fitri Adi Iskandarianto, ST. MT

Abstract

Energy is a very important requirement for human life. The development of renewable energy helps human survival. Solar cells are one source of renewable energy that is effective and efficient. To obtain electrical energy from solar processing charge controller is required in order to sell power from the solar cell diperoles can be stored on the maximum batrai and able to be processed in such a way. 50 WP solar cell can provide a voltage of 21.1 volts with a current of 4.23 amperes to arrange storage on batrai then power on the solar cell with charge controller can be set by using microcontroller ATmega 8 so that the lifetime batrai more awake. The power generated by the charge controller at 54.477 watts with a storage capacity at 12 volts 65AH batrai. The charge controller is able to cut the excess voltage and provide the level indicator on batrai.

Keywords: *Aternatif energy, Solar cell, Arduino Uno.*

RANCANG BANGUN PEMBANGKIT UNIT *SOLAR CHARGE CONTROLLER* ACCU 12 VOLT - 65 AH PADA LAMPU PENERANGAN LED *SOLAR CELL* 50 WP DAN HYBRID DI TAMAN TEKNIK FISIKA - ITS SURABAYA

Nama : Eko Pujo Sasmito
NRP : 2411 031 057
Jurusan : D3 Metrologi dan Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Fitri Adi Iskandarianto, ST. MT

Abstrak

Energi merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Berkembangnya energi terbarukan membantu kelangsungan hidup manusia. *Solar cell* merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang efektif dan efisien. Untuk memperoleh energi listrik dari pengolahan *solar sell* dibutuhkan *charge controller* agar daya yang diperoleh dari *solar cell* dapat disimpan pada baterai dengan maksimal dan mampu diolah sedemikian rupa. *Solar cell* 50 WP dapat memberikan tegangan sebesar 21,1 volt dengan arus sebesar 4,23 Amper untuk mengatur penyimpanan pada baterai maka daya pada *solar cell* dapat diatur dengan *charge controller* dengan menggunakan *Arduino Uno* sehingga *lifetime* baterai lebih terjaga. Daya yang dihasilkan oleh *charge controller* sebesar 54,477 watt dengan kapasitas penyimpanan pada baterai 12 volt 65AH. *Charge controller* mampu memutus tegangan berlebih dan memberikan *indicator level* pada baterai.

Kata kunci : Energi terbarukan, *Solar cell*, *Arduino Uno*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya, dan juga mengucapkan salawat dan salam pada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun ke jalan yang terang sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir ini mengambil judul “RANCANG BANGUN UNIT *SOLAR CHARGE CONTROLLER* ACCU 12 VOLT - 65 AH PADA LAMPU PENERANGAN LED *SOLAR CELL* 50 WP DAN HYBRID PLN DI TAMAN TEKNIK FISIKA - ITS SURABAYA”

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan yang harus dipenuhi setiap Mahasiswa sebelum menyelesaikan pendidikannya di Program Studi DIII Metrologi dan Instrumentasi, Jurusan Teknik Fisika, FTI-ITS. Dengan terangkainya beberapa ilmu yang telah didapatkan dan digunakan dalam Tugas Akhir ini diharapkan untuk mampu mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW yang selalu memberikan berkah dan rahmatnya kepada kita semua.
2. Keluarga tercinta yang telah memberikan segala dukungan baik moril maupun materiil serta perhatiannya.
3. Bapak DR. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku Ketua Jurusan Teknik Fisika.
4. Bapak Dr. Ir. Purwadi A. D, MSc selaku Ketua Program Studi dan dosen wali yang selalu membimbing selama masa perkuliahan di DIII Metrologi dan Instrumentasi.
5. Bapak Fitri Adi Iskandarianto, ST. MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran serta

bimbingannya serta memberikan izin menggunakan Workshop Instrumentasi sebagai tempat pengerjaan tugas akhir.

6. Teman-teman D3 Metrologi dan Instrumentasi angkatan 2011 yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Wega Payota Putra selaku anggota tim Tugas Akhir ini.
8. Semua elemen yang telah membantu saya dalam masa perkuliahan selama ini.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih banyak kekurangan baik menyangkut isi maupun bahasa yang digunakan sehingga tidak menutup kemungkinan bagi penulis untuk menerima kritik maupun saran yang membangun demi tersempurnakannya Laporan Tugas Akhir ini. Besar harapan kami semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 18 Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika laporan	4
Bab II Teori Penunjang	5
2.1 Solar cell	5
2.2 Arduino Uno Atmega328	9
2.3 Charge controller	11
2.4 Accu	12
2.5 <i>Voltage Divider</i>	12
2.6 <i>Relay</i>	13
2.7 Mode Kontroler <i>On Off</i>	15
2.7 Driver Relay	16
Bab III Perancangan dan Pembuatan Alat	19
3.1 Blok Diagram Perancangan Alat	19
3.2 Perancangan dan Pembuat Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	23
3.2.1 <i>Solar sell</i>	21
3.2.2 Rangkaian Tegangan 5 Volt	22
3.2.3 Rangkaian Tegangan 12 Volt	22

3.2.4 Rangkaian Arduino Uno	23
3.2.5 Rangkaian Charge accu	24
3.3 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (Software)	25
Bab IV Pengujian Alat dan Pembahasan	29
4.1 Pengujian Alat	29
4.1.1 Pengujian keluaran solar cell	29
4.1.2 Pengujian charge accu	30
4.1.3 Pengujian charge controller	32
4.1.4 Sizing solar cell	35
4.1.5 Perhitungan daya setiap komponen	37
4.2 Analisa Data dan Pembahasan	37
Bab V Kesimpulan dan Saran	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jeni-jenis Solar Cell-PV	5
Gambar 2.2	Solar cell jenis MonoCrystalline	6
Gambar 2.3	Solar cell jenis PolyCrystalline	7
Gambar 2.4	Solar cell jenis Thin Film	8
Gambar 2.5	Board Arduino Uno	9
Gambar 2.6	Pinout Diagram Arduino Atmega328	10
Gambar 2.8	Rangkaian Voltage Divider	13
Gambar 2.7	Relay	15
Gambar 2.8	Mode Pulsa Pengendalian ON/OFF	16
Gambar 2.9	Driver Relay	18
Gambar 3.1	Diagram Blok Perancangan Alat	19
Gambar 3.2	Solar cell	19
Gambar 3.3	<i>Flowchart</i> perancangan pembuatan tugas akhir	20
Gambar 3.4	Sistem <i>Power</i> 5 Volt	22
Gambar 3.5	Sistem <i>Power</i> 12 Volt	23
Gambar 3.6	Rangkaian minimum system Arduino Uno	23
Gambar 3.7	Rangkaian Voltage Divider	25
Gambar 3.8	Driver Relay	25
Gambar 3.9	<i>Flowchart</i> Perancangan Software	27
Gambar 4.1	Grafik perbandingan LUX dengan tegangan output solar cell	31
Gambar 4.2	Grafik perbandingan tegangan solar cell dengan accu	31
Gambar 4.3	Grafik perbandingan tegangan solar cell dengan V_{RMS}	32
Gambar 4.4	Grafik pembandingan V_{accu} dengan rangkaian Voltage Divider	33
Gambar 4.5	Grafik pembandingan V_{rms} dengan rangkaian Voltage Divider	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Deskripsi <i>Arduino Uno</i> (forum.arduino.cc)	11
Tabel 4.1 Hasil pengukuran solar cell diukur dengan multimeter	29
Tabel 4.2 Hasil pengukuran saat pengisian accu	30
Tabel 4.3 Hasil perbandingan V_{accu} dengan rangkaian Voltage Divider	33
Tabel 4.4 Hasil perbandingan V_{RMS} dengan rangkaian Voltage Divider	34
Tabel 4.5 hasil pengukuran daya tiap komponen	37

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energy merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Oleh karena itu diperlukan teknologi yang tepat terutama dalam pengolahan energy yang efektif dan efisien agar energy yang tidak dapat diperbarui dapat diminimalkan dalam penggunaannya sedangkan energy yang dapat diperbarui atau sering disebut energy alternatif dapat dimaksimalkan dan dikembangkan dalam penggunaannya. Energy matahari merupakan sumber energy alternatif yang memiliki jumlah sangat besar, tidak polutif, tidak akan habis dan geratis. Namun pada umumnya manusia tidak menyadari bahwa energy matahari tersebut dapat siolah dengan memanfaatkan teknologi yang ada.

Bila kita mencoba mencermati akan banyaknya fungsi dari radaiasi matahari seperti menjemur pakaian, mengeringkan ikan, dan sebagai PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). Meskipun banyak sumber energy listrik yang ada seperti pembangkit listrik tenaga angin, air, panas bumi, serta radiasi matahari merupakan energy alternatif yang sangat menjanjikan. Indonesia sendiri terletak di sepanjang garis katulistiwa dimana peredaran matahari membantu dalam menyelesaikan kebutuhan manisia. Sehingga pembangkit listrik enaga surya cukup menjanjikan bila dikembangkan di Indonesia.

Kebutuhan akan sumber energy listrik semakin meningkat dan keterbatasan akan sumber energy listrik yang ada saat ini, serta pengolahan akan sumber energy listrik perlu di kembangkan. Namun pada saat ini perkembangan akan sumber listrik belum maksimal. Banyak

daerah terpencil yang belum mendapatkan suplay energy listrik dikarenakan letak yang jauh akan pengolahan energy listrik, serta dikota-kota besar sendiri energy listrik mengalami keterbatasan akan sifat manusia yang konsumtif dalam penggunaan energy listrik^[1].

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan sebuah sistem *charge controller* dengan menggunakan metode pengendalian *cut-off* tegangan dengan LED sebagai indikator level pada accu. untuk mengeksekusi perintah pada sistem menggunakan mikrokontroler Atmega8A, sedangkan untuk pengendalian dalam pembacaan pada mikrokontroler Atmega8A dibutuhkan rangkaian voltage Divider (pembagi tegangan) agar tegangan pada accu dapat dibaca oleh mikrokontroler Atmega8A. Pada saat melakukan pensensingan, nilai yang didapatkan dari pengukuran tersebut berupa bilangan biner, agar dapat diproses oleh mikrokontroler Atmega8535 maka diperlukan *Analog to Digital Converter* (ADC). Data keluran dari ADC tersebut akan diolah oleh mikrokontroler Atmega8535 dan ditampilkan pada LED dengan menggunakan program *Code Vision AVR*.

1.2 Permasalahan

Pada tugas akhir ini permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana mengendalikan temperatur pada miniplant boiler.

- Bila terjadi tegangan tinggi pada outputan solar cell pada saat proses sedang berjalan.
- Bila level tegangan accu sudah penuh pada saat pengisian accu.

1.3 Batasan Masalah

Perlu diberikan beberapa batasan permasalahan dengan tujuan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang ini adalah :

- Alat yang akan dirancang dan dibangun hanya memiliki fungsi untuk menerangi taman dengan daya listrik yang rendah dan hemat energy.
- Komposisi dalam *charge* accu menggunakan *solar cell* dengan menggunakan *charge control* yang efisien dan praktis.
- *Supplay* daya menggunakan radiasi matahari yang diterima *solar cell* dan hybrid PLN.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai yaitu akan dirancang sistem *charge control* pada plant PLTS di taman Teknik Fisika seperti berikut,

- Membuat *charge control* yang efektif dan efisien sehingga *lifetime* accu dapat tahan lama.
- Membangun penerangan di taman teknik fisika dengan daya listrik yang hemat energi.

1.5 Metodologi Penelitian

Untuk mencapai tujuan penyelesaian tugas akhir yang direncanakan, maka perlu dilakukan suatu langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Adapun langkah – langkahnya adalah sebagai berikut :

- Studi Literatur, dalam merealisasikan tugas akhir inintentu dibutuhkan refrensi yang meliputi pengetahuan dasar tentang sistem perancang dan pembuatan miniplan PLTS dengan aplikasi lampu taman.
- Mendesain ulang semua komponen – komponen dari sistem yang ada.
- Pembuatan sistem dari rancang bangun lampu taman yang bersifat hybrid :
 - Membuat mekanik dari perancangan *hardware*.
 - Membuat rangkaian pembentuk sistem keseluruhan dari perancangan penulis.

- Membuat sistem pengendalian level accu dengan metode cutoff tegangan.
- Mengintegrasikan rangkaian dari alat ke mikrokontroller.
- Pengujian sistem dan analisa alat, pengujian dan analisis alat dilakukan untuk mengetahui cara kerja dan hasil dari proses kontrol serta pengambilan data.
- Penyusunan Laporan.
- Menyusun hasil teori dari pembuatan *hardware* dan *software*, analisa data dan kesimpulan dari data dan sistem yang ada.

1.6 Sistematika Laporan

Sistematika laporan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, permasalahan, batasan masalah, tujuan, metodologi dan sistematika laporan.

Bab II TEORI PENUNJANG

Berisi tentang teori-teori sistem pengendalian proses, sistem pengendalian *temperature*, instrument yang digunakan dan prinsip kerja Mikrokontroller.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang desain sistem pengendalian temperatur *boiler* yang meliputi sensor, kontroler, dan aktuator.

Bab IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

Berisi tentang analisa hasil desain sistem pengendalian *temperature boiler* beserta pembahasannya.

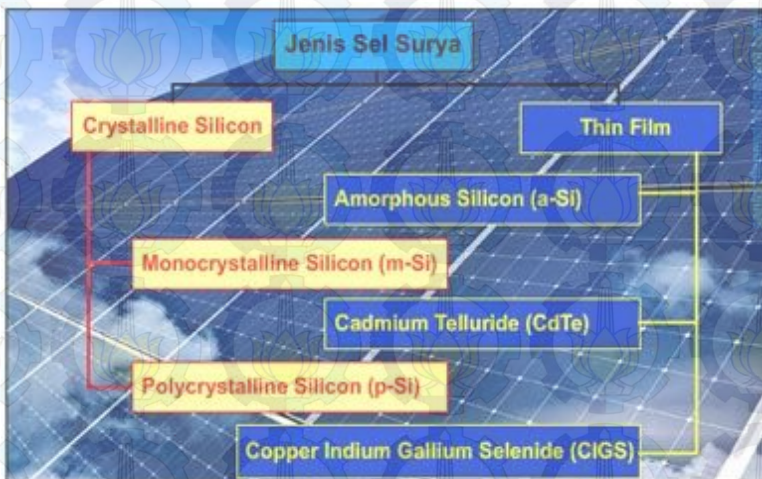
Bab V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang hasil yang diperoleh dari analisis sistem, analisa data dan saran. Lampiran beserta daftar pustaka.

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Solar Cell

Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaiic, karenanya dinamakan juga sel fotovoltaiic (*Photovoltaic cell* - disingkat PV)). Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah sel surya sangat kecil, sekitar 0,6 V tanpa beban (*open circuit*) atau 0,45 V dengan beban. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang besar sesuai keinginan diperlukan beberapa sel surya yang tersusun secara seri. Jika 36 keping sel surya tersusun seri, akan menghasilkan tegangan *nominal* sekitar 16 V. Tegangan ini cukup untuk digunakan mengecas aki 12 V. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar lagi maka diperlukan lebih banyak lagi sel surya. Gabungan dari beberapa sel surya ini disebut Panel Surya atau Modul Surya (*Solar Modul or Solar Panel*).^[Muamar,2012]

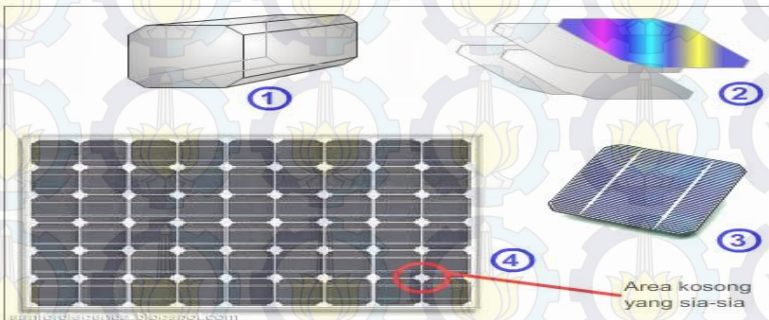


Gambar 2.1 Jenis – Jenis Solar Cell – PV.

Jenis-jenis sel surya digolongkan berdasarkan teknologi pembuatannya. Secara garis besar sel surya dibagi dalam tiga jenis, yaitu:

- ***Monocrystalline***

Jenis ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis-tipis. Dengan teknologi seperti ini, akan dihasilkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi sel surya yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya, sekitar 15% - 20%.



Gambar 2.2 Gambar Solar Cell jenis MonoCrystalline.

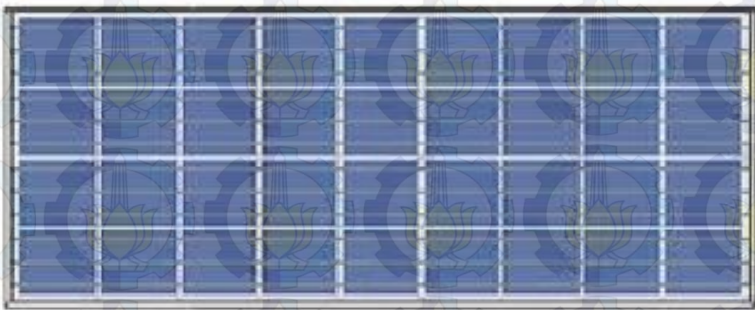
Keterangan gambar:

1. Batangan kristal silikon murni.
2. Irisan kristal silikon yang sangat tipis.
3. Sebuah sel surya *monocrystalline* yang sudah jadi.
4. Sebuah panel surya *monocrystalline* yang berisi susunan sel surya *monocrystalline*.

- ***Polycrystalline***

Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur / dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kemurnian kristal silikonnya tidak semurni pada sel surya *monocrystalline*, karenanya sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya

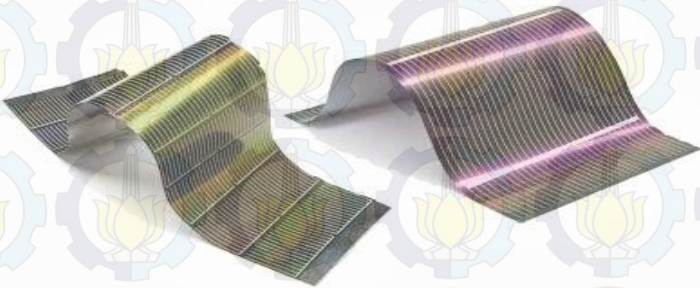
lebih rendah, sekitar 13% - 16%. Tampilannya nampak seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya. Bentuknya yang persegi, jika disusun membentuk panel surya, akan rapat dan tidak akan ada ruangan kosong yang sia-sia seperti susunan pada panel surya monocrystalline di atas. Proses pembuatannya lebih mudah dibanding monocrystalline, karenanya harganya lebih murah. Jenis ini paling banyak dipakai saat ini.



Gambar 2.3 Solar Cell JenisPolyCrystalline.

- **Thin Film Solar Cell (TFSC).**

Jenis sel surya ini diproduksi dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya yang tipis ke dalam lapisan dasar. Sel surya jenis ini sangat tipis karenanya sangat ringan dan fleksibel. Jenis ini dikenal juga dengan nama TFPV (*Thin Film Photovoltaic*).



Gambar 2.4 Solar Cell Jenis Thin Film.

Berdasarkan materialnya, sel surya thin film ini digolongkan menjadi:

1. Amorphous Silicon (a-Si) Solar Cells

Sel surya dengan bahan Amorphous Silicon ini, awalnya banyak diterapkan pada kalkulator dan jam tangan. Namun seiring dengan perkembangan teknologi pembuatannya penerapannya menjadi semakin luas. Dengan teknik produksi yang disebut "*stacking*" (susun lapis), dimana beberapa lapis *Amorphous Silicon* ditumpuk membentuk sel surya, akan memberikan efisiensi yang lebih baik antara 6% - 8%.

2. Cadmium Telluride (CdTe) Solar Cells

Sel surya jenis ini mengandung bahan *Cadmium Telluride* yang memiliki efisiensi lebih tinggi dari sel surya Amorphous Silicon, yaitu sekitar: 9% - 11%.

3. Copper Indium Gallium Selenide (CIGS) Solar Cells.

Dibandingkan kedua jenis sel surya thin film di atas, CIGS sel surya memiliki efisiensi paling tinggi yaitu sekitar 10% - 12%. Selain itu jenis ini tidak mengandung bahan berbahaya Cadmium seperti pada sel surya CdTe. [Faslucky Afifudin, Farid Samsu Hananto, 2012]

Arduino uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*), 6 input *analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset. Pin-pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya. [Tera Cembirink,2013]

- Circuit Reset

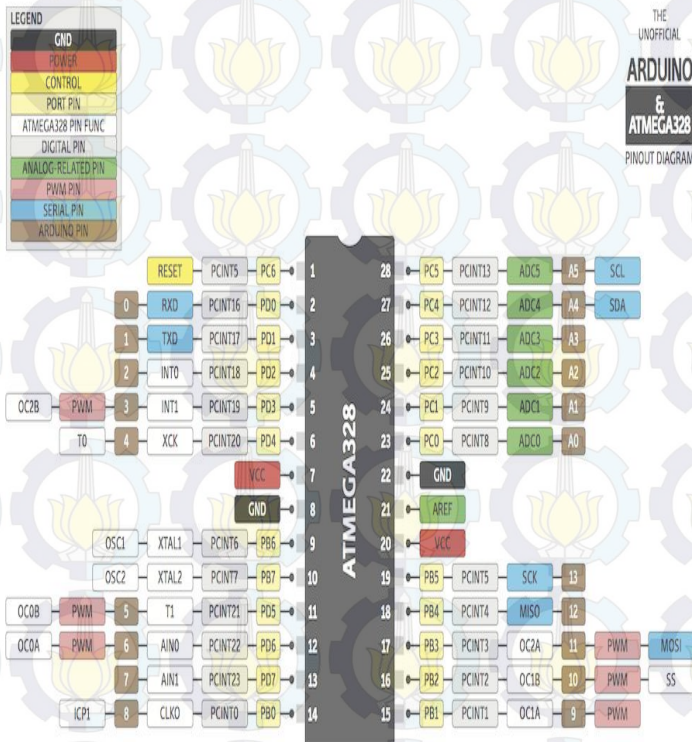


Gambar 2.5 *Board Arduino Uno* [Datasheet, “ATmega 235” ATMEL, 2002]

Board *Arduino Uno* memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

- 1,0 pinout: tambah SDA dan SCL pin yang dekat ke pin aref dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat ke pin

RESET, dengan IO REF yang memungkinkan sebagai *buffer* untuk beradaptasi dengan tegangan yang disediakan dari board sistem. Pengembangannya, sistem akan lebih kompatibel dengan *Prosesor* yang menggunakan AVR, yang beroperasi dengan 5V dan dengan Arduino Karena yang beroperasi dengan 3.3V. Yang kedua adalah pin tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan pengembangannya.



Deskripsi Arduino UNO:

Tabel 2.1 Deskripsi *Arduino Uno* [Datasheet, "ATmega 235" ATMEL, 2002]

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi Voltage	5V
Input Voltage	7-12 V (Rekomendasi)
Input Voltage	6-20 V (limits)
I/O 14 pin	(6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash Memory	32KB
Bootloader	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 Mhz

2.3 Charge controller

Pada unit ini berisi rangkaian kontrol yang berfungsi untuk mengontrol dan proteksi :

- ***Pada Battery 12 V 100 AH.***

- Rangkaian ini berfungsi untuk mengatur tegangan yang masuk/charge ke battery tidak terlalu lebih dari 12 Vdc, hal ini untuk menjaga agar lifetime dari battery bisa lebih lama.
- Selain itu, mengendalikan jika Battery telah penuh terisi maka, proses charging diputus. Hal ini untuk menjaga agar battery tidak menggelembung atau cepat rusak.

- ***Pada Solar Cell Modul.***

Rangkain ini juga menjaga agar tidak terjadi arus balik/*reverse current* pada solar cell modul, yang diakibatkan oleh tegangan yang rendah pada solar cell dikarenakan tidak adanya pancaran

dari matahari, jika dibandingkan dengan tegangan pada battery. Hal ini untuk menjaga lifetime dari solar cell modul. ^[Giri Woryanto]

2.4 ACCU

Accu adalah alat yang menyimpan daya yang dihasilkan oleh panel surya yang tidak segeradigunakan oleh beban. Daya yang disimpan dapat digunakan saat periode radiasi matahari rendah atau pada malam hari. Komponen baterai kadang-kadang dinamakan akumulator (accumulator). Baterai menyimpan listrik dalam bentuk daya kimia. Baterai yang paling biasa digunakan dalam aplikasi surya adalah baterai yang bebas pemeliharaan bertimbal asam (*maintenance-free lead-acid batteries*), yang juga dinamakan baterai recombinant atau VRLA (klep pengatur asam timbal atau valve regulated lead acid)

Pada umumnya di Indonesia, kata akumulator (sebagai aki atau accu) hanya dimengerti sebagai "baterai" mobil. Sedangkan di bahasa Inggris, kata akumulator dapat mengacu kepada baterai, kapasitor, kompulsator, dll.

di dalam standar internasional setiap satu cell akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt. sehingga aki 12 volt, memiliki 6 cell sedangkan aki 24 volt memiliki 12 cell.

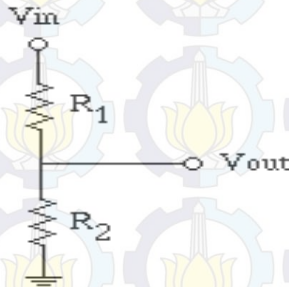
Aki merupakan sel yang banyak kita jumpai karena banyak digunakan pada sepeda motor maupun mobil. Aki termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, aki juga dapat diisi arus listrik kembali. secara sederhana aki merupakan sel yang terdiri dari elektrode Pb sebagai anode dan PbO₂ sebagai katode dengan elektrolit H₂SO₄

2.5 Voltage Divider

Rangkaian pembagi tegangan biasanya digunakan untuk membuat suatu tegangan referensi dari sumber tegangan yang lebih besar, titik tegangan referensi pada sensor, untuk memberikan bias pada rangkaian penguat atau untuk memberi bias pada komponen aktif.

Rangkaian pembagi tegangan pada dasarnya dapat dibuat dengan 2 buah resistor, contoh rangkaian dasar pembagi tegangan dengan

output V_{out} dari tegangan sumber V_{in} menggunakan resistor pembagi tegangan R_1 dan R_2 seperti pada gambar berikut.



Gambar 2.7 Rangkaian Voltage Divider. [Malvino, 1997]

Dari rangkaian diatas diperoleh persamaan voltage divider sebagai berikut.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in}$$

- Jika R_2 sangat lebih kecil dari R_1 , V_{out} kecil (rendah, mendekati 0). Ini karena lebih besar tegangan pada R_1 .
- Jika R_2 kurang lebih sama dengan R_1 , V_{out} setengah V_{in} . Ini karena tegangan yang digunakan bersama hampir sama antara R_1 dan R_2 .
- Jika R_2 sangat lebih besar dari R_1 , V_{out} besar (tinggi, mendekati V_{in})

2.6 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay

merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. *Relay* biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus / tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC). *Relay* yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik.

Dalam pemakaiannya biasanya *relay* yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang di-paralel dengan lilitannya dan dipasang terbaik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat *relay* berganti posisi dari *on* ke *off* agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

Konfigurasi dari kontak-kontak *relay* ada tiga jenis, yaitu:

- *Normally Open (NO)*, apabila kontak-kontak tertutup saat *relay* dicatu
- *Normally Closed (NC)*, apabila kontak-kontak terbuka saat *relay* dicatu

Change Over (CO), *relay* mempunyai kontak tengah yang normal tertutup, tetapi ketika *relay* dicatu kontak tengah tersebut akan membuat hubungan dengan kontak-kontak yang lain. Penggunaan *relay* perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan *relay* men-switch arus / tegangan. Biasanya ukurannya tertera pada *body relay*. Misalnya *relay* 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-switch arus listrik (maksimal) sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya *relay* difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. *Relay* jenis lain ada yang namanya *reedswitch* atau *relay* lidi. *Relay* jenis ini berupa batang

kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililitin kawat. Pada saat lilitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang *on*. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (*off*).



Gambar 2.8 Relay

2.7 Mode Kontroller ON-OFF

Pada perancangan sebuah proses pengendalian dibutuhkan adanya suatu penetapan prosesmode pengendalian proses terlebih dahulu, hal tersebut dikarenakan *mode* pengendalian proses merupakan hal yang paling utama dalam perancangan suatu proses pengendalian. *Mode* proses pengendalian yang digunakan dalam pengerjaan proses pengendalian adalah *mode* pengendalian proses secara *ON-OFF*. Aksi pengendalian dari *controller* ini hanya mempunyai dua kedudukan, maksimum atau minimum, tergantung dari *variable* terkontrolnya, apakah lebih besar atau lebih kecil dari *set point*.

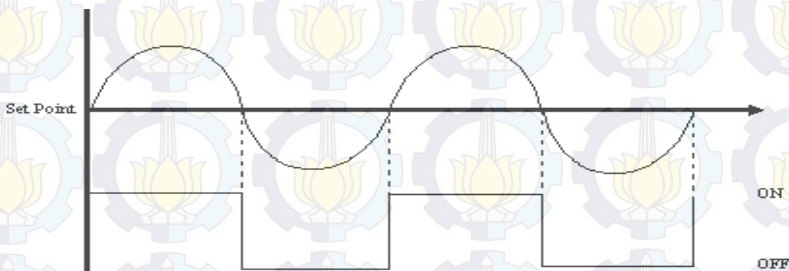
Persamaannya adalah: $m = N1$ jika $e < 0$

$m = N2$ Jika $e > 0$

Dimana : m = *manipulated variable*

$N1$ = harga maksimum dari m (*ON*)

$N2 = \text{harga minimum dari } m \text{ (OFF)}$



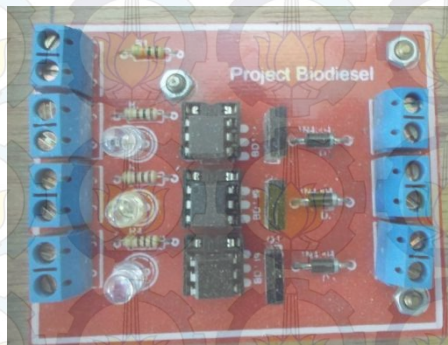
Gambar 2.9 Mode Pulsa Pengendalian ON/OFF^[Zuhail,1986]

Pada gambar 5 terlihat jika *error* sering naik turun dengan cepat, maka variabel termanipulasi (m) akan sering sekali berubah dari maksimum ke minimum atau sebaliknya, hal ini dalam prakteknya tidak disukai, untuk itu pada pengendalian diberi gap. Pengendalian proses merupakan sebuah *loop* aliran sinyal-sinyal dari masing-masing instrument pendukungnya. Sinyal sinyal yang mengalir melalui instrument ini membawa informasi berupa data-data sesuai dengan karakteristik instrument-nya.

2.8 Driver Relay

Relay merupakan salah satu komponen yang dapat digunakan dalam pensaklaran. Switching dapat dilakukan terhadap suatu beban dengan tegangan dan daya tinggi berdasarkan input sinyal yang lebih rendah. Pensaklaran dengan menggunakan relay dilakukan secara mekanik dengan memanfaatkan medan magnet yang dibangkitkan oleh solenoid berdaya rendah. Relay ini menghubungkan rangkaian beban ON atau OFF dengan pemberian energi elektromagnetis. Relay mempunyai variasi aplikasi yang luas baik pada rangkaian listrik maupun elektronis, misalnya digunakan pada control dari kran-daya cairan dan di banyak control urutan mesin, misalnya operasi pemboran (tanah), pemboran plat. Relay biasanya

hanya mempunyai satu kumparan, tetapi relay dapat mempunyai beberapa kontak. Relay elektromekanis berisi kontak diam dan kontak bergerak. Kontak yang bergerak dipasangkan pada plunger. Kontak ditunjuk sebagai *normally open* (NO) dan *normally close* (NC). Apabila kumparan diberi tenaga, terjadi medan elektromekanis. Aksi pada medan pada gilirannya menyebabkan plunger bergerak pada kumparan menutup kontak NO dan membuka kontak NC. Jarak gerak plunger pendek sekitar $\frac{1}{4}$ in atau kurang.



Gambar 2.10 Driver Relay

Driver relay ini digunakan untuk menghubungkan port paralel pada komputer dengan hardware luar berupa pengaktifan relay. Disini driver relay menggunakan transistor sebagai penguat arus, karena outputan arus dari PC tidak mampu untuk menggerakkan relay. Disamping itu digunakan juga *optocoupler* sebagai pelindung PC dari terjadinya arus balik yang dapat merusak komponen dalam komputer

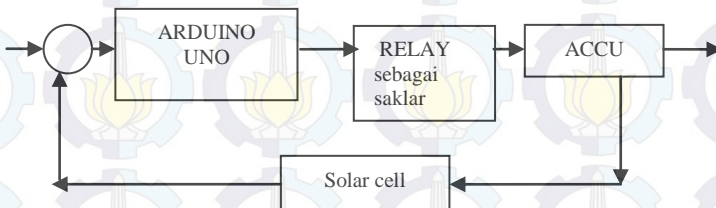


BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Blok Diagram Perancangan Alat

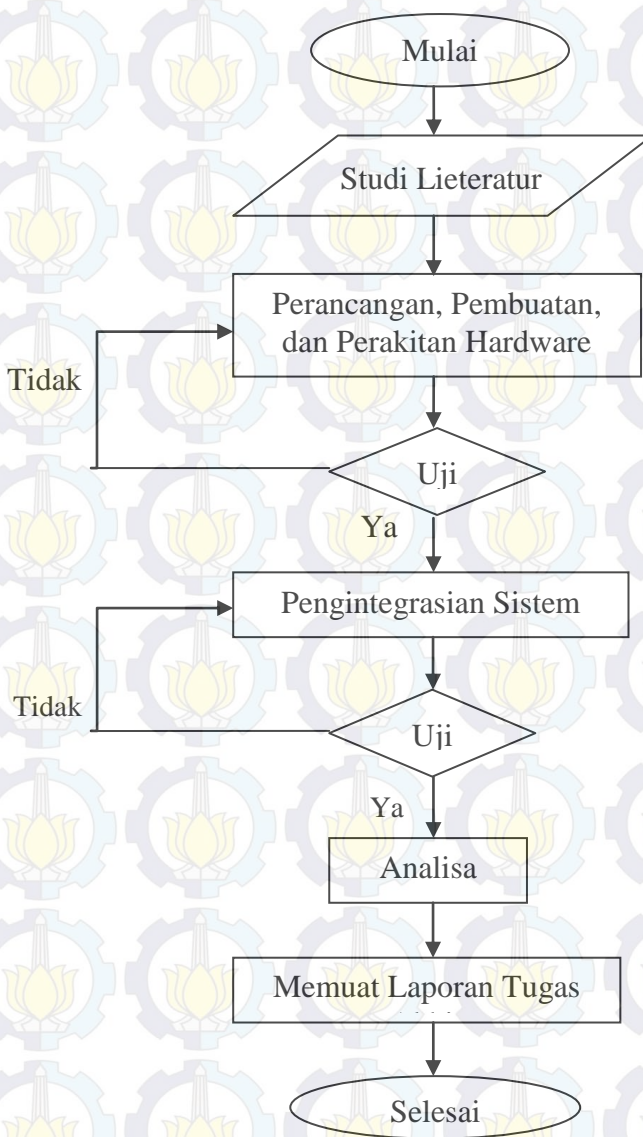
Perancangan dan pembuatan alat ini terdiri dari solar cell 50 WP sebagai suplay energi utama, Arduino Uno yang akan mengolah inputan dari sensor untuk mengeksekusi aktuator , *driver relay* berfungsi untuk pengaktif *relay* dalam menghubungkan atau memutus dayang dari solar cell. Untuk memudahkan dalam perancangan dan pembuatan, sehingga memperkecil kesalahan maka dibuat diagram bloknya seperti dibawah ini:



Gambar 3.1 Diagram Blok Perancangan Alat



Gambar 3.2 Solar cell



Gambar 3.3 Flowchart perancangan pembuatan tugas akhir

3.2 Perancangan dan Pembuat Perangkat Keras (*Hardware*)

3.2.1 *Solar Cell*

Solar Cell yang akan digunakan merupakan *solar cell* modul:

- Jenis : PolyCrystalline.
- Daya Output : 50 wp.

Average 8 jam * 100% Wp

8 jam * 50 W (Total daya output dalam 1 hari)

Dari data penyinaran tersebut dapat dihitung Energi Listrik yang keluar dari *Solar Cell* modul dalam rentang 1 hari.

Jika Tegangan target *Battery* = 12 V.

- Dalam 1 hari Penyinaran Matahari dari Jam 7:00 s/d 18:00 :

Total Rata-rata Daya Out *Solar Cell* adalah 8 jam 50 W. Rata-rata ini diambil pada titik optimal terendah *solar cell* mempunyai daya Out yang stabil. Hal tersebut digunakan sebagai bahan perhitungan agar sistem hybrid ini bisa bekerja pada kondisi yang tidak mendapat penyinaran yang cukup dari matahari.

Keterangan :

$$WH = W * H$$

$$I_{out} = W / V$$

$$I_{out}H = H * I$$

Dimana :

W = Beban Sebenarnya

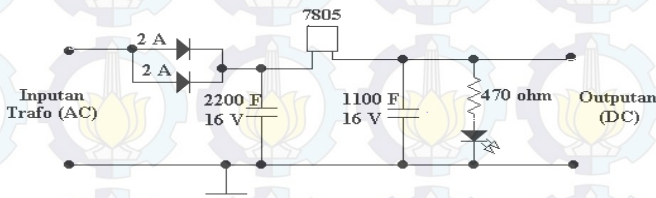
H = Waktu Oprasi

I = Arus

V = Tegangan.

3.2.2 Rangkaian Tegangan 5 Volt

Rangkaian ini merupakan aplikasi dari regulator tegangan IC 7805, yang dapat mengeluarkan tegangan 5 Volt Dc. Rangkaian ini dibangun dari beberapa komponen yakni, dioda 1N 4002 yang merupakan dioda yang dapat melewatkan arus maksimal 2 Ampere, selain itu dioda ini juga berfungsi untuk menjadikan sinyal AC *sinusoidal* yang melewatinya menjadi sinyal DC setengah gelombang.

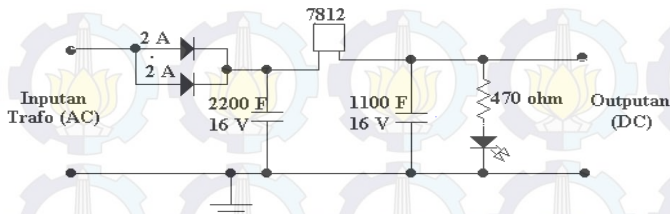


Gambar 3.4 Sistem Power 5 Volt

Kemudian selain itu dibangun oleh kapasitor yang berfungsi untuk memperhalus sinyal DC keluaran dari dioda. Setelah itu sinyal DC keluaran dari kapasitor akan di inputkan pada regulator 7805. Hasil keluaran dari IC 7805 adalah tegangan 5 Volt dengan arus 1,5 A. Rangkaian ini nantinya akan digunakan untuk memberikan tegangan untuk rangkaian *minimum system* mikrokontroler, rangkaian serial dan rangkaian sensor.

3.2.3 Rangkaian Tegangan 12 Volt

Rangkaian ini merupakan aplikasi dari regulator tegangan IC 7812, yang dapat mengeluarkan tegangan 12 Volt Dc. Rangkaian ini dibangun dari beberapa komponen yakni, dioda 1N 4002 yang merupakan dioda yang dapat melewatkan arus maksimal 2 Ampere, selain itu dioda ini juga berfungsi untuk menjadikan sinyal AC sinusoidal yang melewatinya menjadi sinyal DC setengah gelombang.

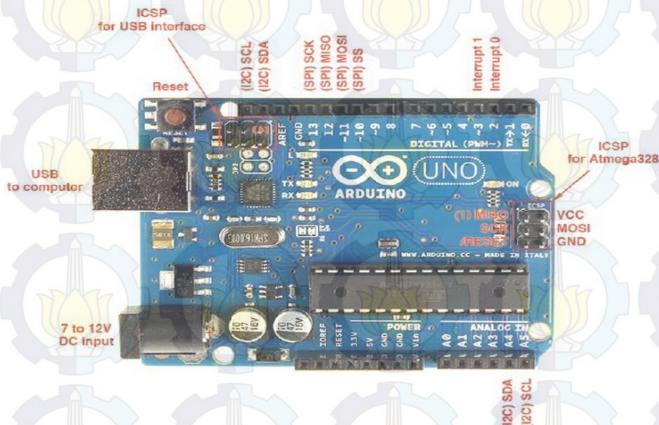


Gambar 3.5 Sistem *Power 12 Volt*

Kemudian selain itu dibangun oleh kapasitor yang berfungsi untuk memperhalus sinyal DC keluaran dari dioda. Setelah itu sinyal DC keluaran dari kapasitor akan di inputkan pada regulator 78012. Hasil keluaran dari IC 78012 adalah tegangan 12 Volt dengan arus 2,5 A. Rangkaian ini nantinya akan digunakan untuk memberikan tegangan untuk *driver relay*.

3.2.4 Rangkaian Arduino Uno

Dalam perancangan lokal kontrol ini diperlukan suatu rangkaian Arduino Uno yang berfungsi sebagai gerbang pengidentifikasi data yang masuk maupun yang keluar melewati Arduino Uno.



Gambar 3.6 Rangkaian *minimum system Arduino Uno*

Sebagai pengendali yang utama dari Sistem pengendalian tegangan accu, arduino bekerja dalam pembacaan level accu dan memerintahkan pada relay untuk memutus tegangan bila terjadi tegangan berlebih melebihi setpoint.

Untuk penggunaannya minimum sistem ini pada PIN 10 sampai 13 berfungsi untuk menampilkan indikator level tegangan accu dan PIN 9 berfungsi untuk mengkurakkan relay dalam memutus atau menghubungkan tegangan charge. Dalam hal ini PIN A0 (Analog 0) digunakan sebagai *inputan* setelah melewati rangkaian voltage divider sehingga Arduino dapat bekerja dalam pembacaan tegangan accu.

3.2.5 Rangkaian *charger accu*

Pada unit ini berisi rangkaian kontrol yang berfungsi untuk mengontrol dan proteksi :

Pada Battery 12 V 65 AH.

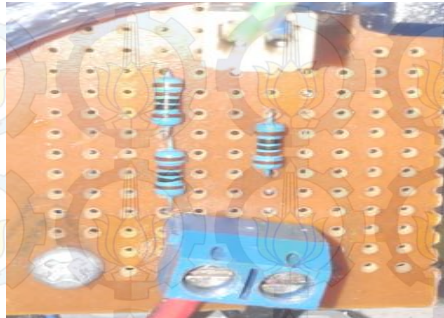
- Rangkaian ini berfungsi untuk mengatur tegangan yang masuk/charge ke battery tidak terlalu lebih dari 12 Vdc, hal ini untuk menjaga agar lifetime dari battery bisa lebih lama.
- Selain itu, mengendalikan jika Battery telah penuh terisi maka, proses charging diputus. Hal ini untuk menjaga agar battery tidak menggelembung atau cepat rusak.

Pada Solar Cell Modul.

Rangkain ini juga menjaga agar tidak terjadi arus balik/*reverse current* pada solar cell modul, yang diakibatkan oleh tegangan yang rendah pada solar cell dikarenakan tidak adanya pancaran dari matahari, jika dibandingkan dengan tegangan pada battery. Hal ini untuk menjaga *lifetime* dari solar cell modul.

3.2.6 Perancangan Voltage Divider

Voltage divider adalah sebuah rangkaian yang dibutuhkan agar sinyal yang dibutuhkan oleh accu dapat dibaca oleh Arduino secara digital. Arduino akan mengolah sinyal keluaran dari voltage divider apabila ada tegangan 0-5 volt.

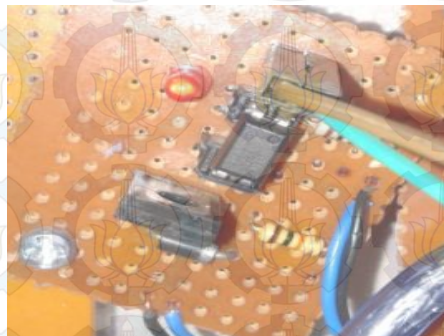


Gambar 3.7 Rangkaian Voltage Divider

Cara kerja dari rangkaian voltage divider ini adalah membagi tegangan dari accu 12 volt menjadi 0-5 volt sehingga arduino dapat mengolah tegangan tersebut untuk proses pembacaan level accu dan cutoff apabila ada tegangan berlebih.

3.2.6 Perancangan Driver Relay

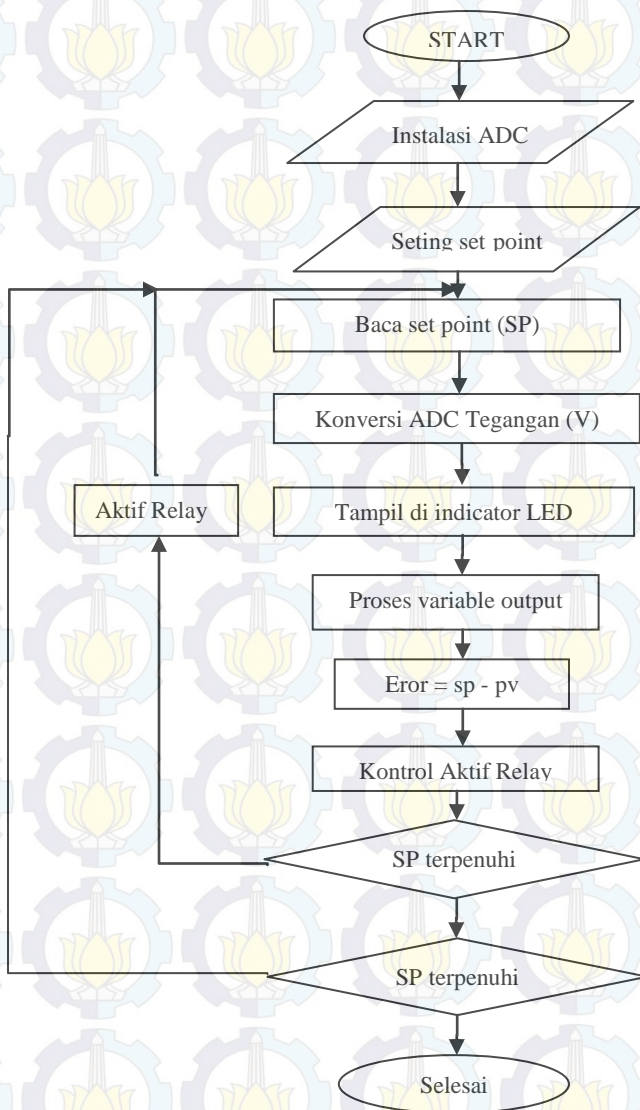
Drever relay ini adalah sebuah rangkaian yang dibutuhkan oleh arduino untuk dapat mengaktifkan relay sehingga relay dapat aktif sesuai perintah yang diberikan arduino untuk memutus tegangan apabila ada tegangan yang melebihi ser point.



Gambar 3.8 Driver Relay

Cara kerja dari relay ini adalah hasil output pembacaan tegangan dari arduino akan dipasang pada COIL dari relay. Sedangkan input COM dihubungkan pada charge accu dan outputnya dipasang pada kaki NC yang terhubung pada accu sehingga pada kondisi awal accu berhubungan dengan charge.

3.3 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)



Gambar 3.9 Flowchart Perancangan Software

Pada *flowchart* diatas menjelaskan tentang perancangan *software* pada Arduino Uno. Dimulai dari input ADC pada mikrokontroller kemudian akan di masukkan nilai *set point*. ADC akan membaca dan akan mengkonversi menjadi nilai yang akan tampil pada indikator LED. Kemudian data pengukuran akan menghasilkan *error*, selanjutnya kontroler akan bekerja *on/off* setelah *setpoint* terpenuhi untuk mengaktifkan relay.

BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Alat

Setelah dilakukan perancangan dan pembuatan *lampu taman* PLTS, maka perlu dilakukan pengujian terhadap alat yang sudah dibuat serta melakukan analisa secara menyeluruh terhadap hasil pengujian tersebut. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui performansi alat secara keseluruhan. Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan pada perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

4.1.1 Pengujian Keluaran Solar Cell

Didapat data dari hasil pengujian solar cell pengukuran solar cell dilakukan dengan menggunakan multimeter sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil pengukuran solar cell diukur dengan multimeter

No.	Waktu	LUX	V_{out} (V)	I_{out} (A)	$P=V \times I$ (Watt)
1	08.00	397	19,74	2,01	39,677
2	09.00	658	19,69	2,3	45,287
3	10.00	794	19,90	2,01	39,99
4	11.00	739	19,49	2,24	43,657
5	12.00	971	19,57	2,47	48,337
6	13.00	808	19,55	2,32	45,356
7	14.00	692	19,33	2,43	46,971
8	15.00	442	19,40	2,13	41,322
9	16.00	109	17,82	1,73	30,828
10	17.00	47	13,31	1,85	24,623
TOTAL		565,7	18,78	2,149	40,606

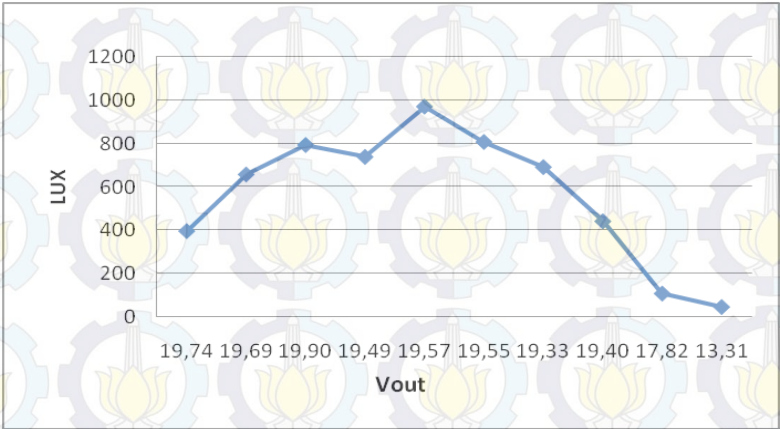
4.1.2 Pengujian Charger Accu

Pengujian charge accu ini dilakukan untuk mengatur tegangan agar sesuai dengan kapasitas accu, pada umumnya tegangan yang dibutuhkan untuk mengisi accu lebih besar 2 volt-2,7 volt. Accu yang digunakan berkapasitas 12 volt 65 AH. Didapat hasil dari pengisian accu yang diukur menggunakan multimeter sebagai berikut :

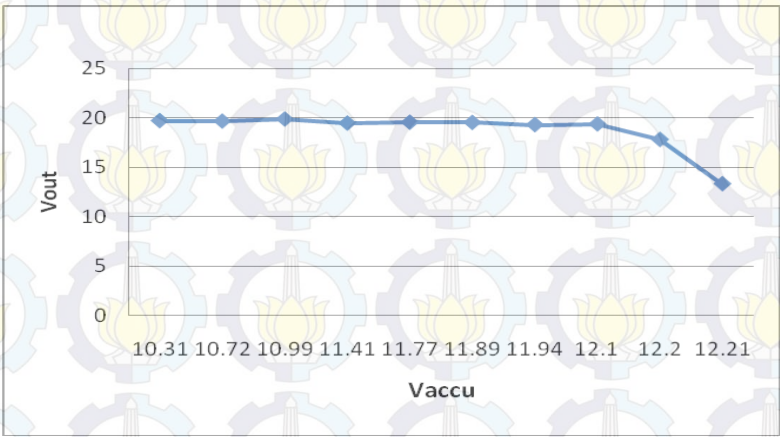
Tabel 4.2 Hasil pengukuran saat pengisian accu

No.	Waktu	LUX	V_{out} (V)	V_{accu} (V)	V_{RMS} (V)	I_{out} (A)	$P=V \times I$ (Watt)
1	08.00	397	19,74	10,31	12,00	4,6	55,2
2	09.00	658	19,69	10,72	11,99	3,21	38,487
3	10.00	794	19,90	10,99	12,04	4,43	53,337
4	11.00	739	19,49	11,41	12,12	4,65	56,358
5	12.00	971	19,57	11,77	12,18	4,89	59,560
6	13.00	808	19,55	11,89	12,20	5,35	65,27
7	14.00	692	19,33	11,94	12,10	5,48	66,308
8	15.00	442	19,40	12,10	12,12	4,63	56,115
9	16.00	109	17,82	12,20	11,96	4,03	48,198
10	17.00	47	13,31	12,21	11,81	3,89	45,940
TOTAL		565,7	18,78	11,554	12,052	4,51	54,477

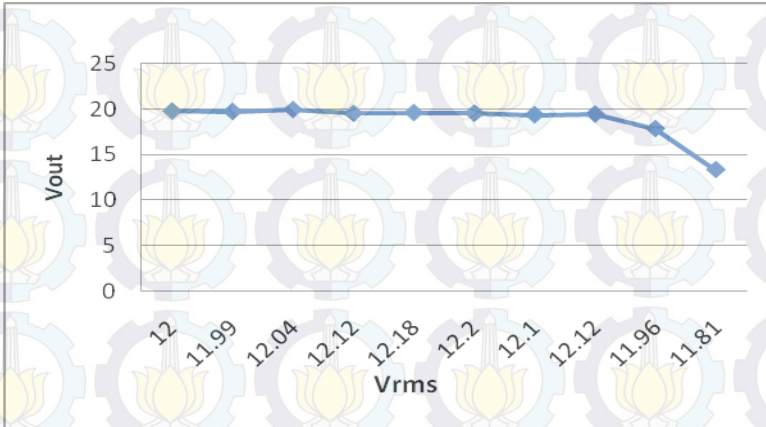
Dari tabel pengujian diatas dapat diperoleh grafik yang tampak seperti dibawah ini :



Gambar 4.1 Grafik perbandingan LUX dengan tegangan output solar cell



Gambar 4.2 Grafik perbandingan tegangan solar cell dengan tegangan accu



Gambar 4.3 Grafik perbandingan tegangan solar cell dengan V_{RMS}

4.1.3 Pengujian Charger Controller

Berikut adalah rumus bagaimana menghitung level tegangan pada accu untuk dikonversi dan ditampilkan pada indikator LED. Mekanisme kerja pada sistem pengendalian daya adalah didasarkan pada pengendalian level tegangan pada accu yang berada pada rangkaian pembagi tegangan sebagai sensor daya. Keluaran dari sensor berupa tegangan atau sinyal analog yang kemudian masuk ke *port* ADC untuk dikonversi menjadi data digital yaitu 0-255 bit. Setelah data digital hasil konversi dari ADC dimasukkan dan diolah oleh Arduino, maka hasil pengukuran tersebut akan ditampilkan pada indikator LED berupa pengukuran *digital* dan memberikan perintah berupa eksekusi melalui rangkaian *relay*.

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in} \quad (4.1)$$

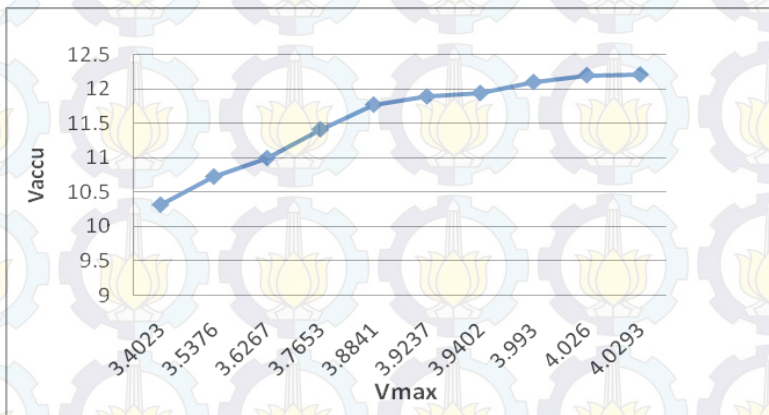
Dimana :

V_{out} = Tegangan Output R = Resistor / Tahanan
 V_{in} = Tegangan Input

Tabel 4.3 Hasil perbandingan V_{accu} dengan rangkaian Voltage Divider

No.	Waktu	V_{out} (V)	V_{accu}	Voltage divider	Pembacaan ADC $V_{\text{max}} = V_{\text{accu}} \times \text{VD}$
1	08.00	19,74	10,31	0,33	3,4023
2	09.00	19,69	10,72	0,33	3,5376
3	10.00	19,90	10,99	0,33	3,6267
4	11.00	19,49	11,41	0,33	3,7653
5	12.00	19,57	11,77	0,33	3,8841
6	13.00	19,55	11,89	0,33	3,9237
7	14.00	19,33	11,94	0,33	3,9402
8	15.00	19,40	12,10	0,33	3,993
9	16.00	17,82	12,20	0,33	4,026
10	17.00	13,31	12,21	0,33	4,0293
TOTAL		18.78	11.554	0,33	3,81282

Dari data diatas didapat dibuat berupa grafik perbandingan (V_{accu}) tegangan accu dengan (V_{max}) output tegangan dari voltage divider



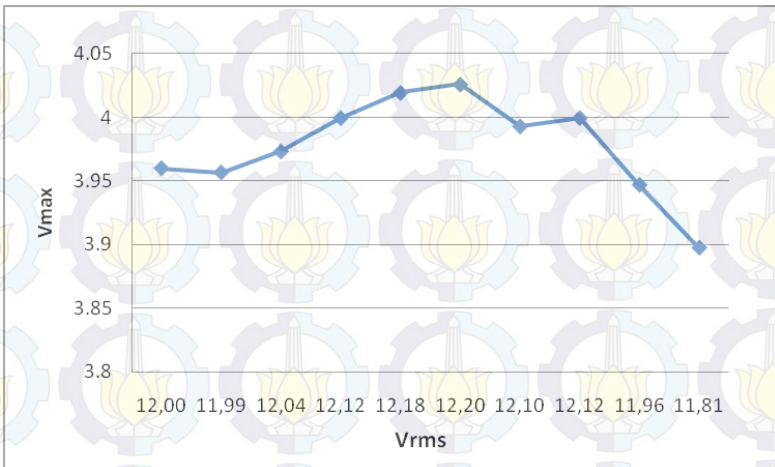
Gambar 4.4 Grafik perbandingan V_{accu} dengan rangkaian Voltage Divider

Disaat siang hari V_{rms} atau tegangan pengisian batrai dijadikan pembanding dalam pembacaan pin ADC pada mikrokontroller ATmega8. Berikut data yang diperoleh dari pembacaan level tegangan accu berdasarkan tegangan saat pengisian batrai.

Tabel 4.4 Hasil pembandingan V_{RMS} dengan rangkaian Voltage Divider

No.	Waktu	V_{out} (V)	V_{RMS}	Voltage divider	Pembacaan ADC $V_{max}=V_{accu} \times VD$
1	08.00	19,74	12,00	0,33	3,96
2	09.00	19,69	11,99	0,33	3,9567
3	10.00	19,90	12,04	0,33	3,9732
4	11.00	19,49	12,12	0,33	3,9996
5	12.00	19,57	12,18	0,33	4,0194
6	13.00	19,55	12,20	0,33	4,026
7	14.00	19,33	12,10	0,33	3,993
8	15.00	19,40	12,12	0,33	3,9996
9	16.00	17,82	11,96	0,33	3,9468
10	17.00	13,31	11,81	0,33	3,8973
TOTAL		18.78	12.052	0,33	3,97716

Dari data diatas didapat dibuat berupa grafik perbandingan (V_{rms}) tegangan accu dengan (V_{max}) output tegangan dari voltage divider.



Gambar 4.5 Grafik perbandingan Vrms dengan rangkaian Voltage Divider

4.1.4 Sizing Solar Cell

Sizing solar sell dilakukan agar evektifitas penyerapan radiasi matahari oleh solar cell dalam pengisian baterai dapat dimaksimalkan. Dalam sizing solar cell sendiri dapat ditentukan melalui letak pergerakan matahari terhadap bumi. Dalam instalasi solar sell ini letak pergerakan matahari disebelah utara sehingga solar cell dihadapkan keutara dan bagian bawah solar cell diturunkan 30° .

Untuk mengetahui kapasitas dalam penyimpanan daya pada solar sell menuju baterai setiap harinya diperoleh persamaan sebagai berikut:

Jika Tegangan target Battery = 12 V.

- Dalam 1 hari Penyinaran Matahari dari Jam 7:00 s/d 18:00 :

Total Rata-rata Daya Out Solar Cell adalah 10 jam 50 W. Rata-rata ini diambil pada titik optimal terendah solar cell mempunyai daya Out yang stabil. Hal tersebut digunakan sebagai bahan perhitungan agar sistem hybrid ini bisa bekerja pada

kondisi yang tidak mendapat penyinaran yang cukup dari matahari.

$$\text{Energi listrik yang dihasilkan} = 10 \text{ jam} \times 50 \text{ W} \\ = 500 \text{ WH}$$

$$I_{out} = \frac{50}{12} = 4,16 \text{ A} \quad , \text{ Jika : 10 jam}$$

$$I_{outH} = 10 \times 4,16 = 41,6 \text{ AH}$$

Jadi total kapasitas accu yang digunakan dalam penyimpanan daya listrik sebesar 12 volt 65 AH setiap harinya.

Dalam kondisi normal, konsumsi daya listrik lampu LED adalah 50 W, namun dalam operasional akan dioperasikan pada dibawah 50 W sesuai dengan pengaturan tegangan pada Brightness Control. Energi Listrik yang dihasilkan oleh Solar Cell Modul-Battery :

$$\text{Energi tersimpan} = 12 \text{ Volt } 41,6 \text{ AH} = 499,2 \text{ WH}$$

$$\text{Jika Loss Energy Total Sebesar} = 25 \%$$

$$\text{Total energi loss} = 499,2 \times 25\% = 124,8 \text{ WH}$$

$$\text{Energi Net} = 499,2 - 124,8 = 374,4 \text{ WH}$$

Kebutuhan Energy Malam Hari (18:00 – 6:00) = 12 Jam
Operasi dengan konsumsi energi oleh lampu LED 50 W.

$$\text{Waktu (H)} = \frac{374,4}{50} = 7,488 \text{ jam}$$

Kondisi Optimal terendah yang bisa disediakan oleh Sistem Hybrid Penerangan Jalan adalah sebesar : 50 W 7,488 Jam. Pada kondisi optimal terendah Sistem Hybrid Penerangan Jalan yang dirancang sudah bisa mencukupi rentang operasi 50 W 12 Jam, dengan hanya kurang $\frac{3}{4}$ jam saja. Jika pada kondisi Optimal tertinggi, maka Rancangan ini akan dapat memenuhi kebutuhan Energi LED 50 W 12 Jam.

4.1.5 Perhitungan Daya Setiap Komponen

Berikut ini merupakan perhitungan rata-rata kenaikan daya yang dihasilkan setiap komponen. Pada perhitungan daya setiap komponen dilakukan untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi dari charge controller.

Tabel 4.5 hasil pengukuran daya tiap komponen

No	Komponen	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Watt
1	Solar cell	21.1	4.23	89.253
2	Arduino Uno	12	0.05	0.6
3	LED 5mm @ 4 Buah	2.4	0.025	0.06
4	ACCU	12	6.5	78
5	Charge accu	5	0.075	0.375

4.2 Analisa data dan Pembahasan

Dilakukannya pengujian alat dalam penelitian rancang bangun charger controller adalah agar alat yang dibuat dapat bekerja sesuai dengan perancangan. Dari pengujian komponen yang telah dilakukan, data yang diperoleh dapat dianalisa dari yang pertama yaitu pengujian daya dari keluaran solar sell, dari tabel 4.1 tegangan keluaran dari solar sell sudah setabil dengan rata-rata 18,78 volt dan rata-rata arus sebesar 2,149 amper sesuai dari intensitas cahaya sebesar 565,7 berbanding lurus dengan daya yang dikeluarkan solar sell. Dari tabel 4.1 tegangan yang dihasilkan solar sell dapat digunakan sebagai pengisian baterai dan arus yang dikeluarkan charger harus dinaikkan agar pengisian baterai lebih cepat. Agar baterai dapat tahan lama dalam penyimpanan atau agar baterai tidak cepat rusak maka tegangan dalam pengisian harus diatur. Tegangan yang dibutuhkan dalam pengisian baterai harus lebih tinggi dari pada tegangan accu. Umumnya tegangan yang dibutuhkan untuk mencharger baterai 2 –

2,7 volt lebih besar dari tegangan batrai. Dari tabel 4.2 dilakukan pengambilan data dengan menggunakan charger controller dimana charger controller berfungsi untuk mengatur tegangan yang masuk dari solar sell menuju accu serta menaikkan arus sekitar 5 Amper sehingga dalam pengisian batrai dapat lebih cepat. Pada tabel 4.2 didapatkan hasil dari pengisian accu dengan rata-rata tegangan 12,052 volt dan rata-rata arus sebesar 4,51 Amper. Vrms merupakan perbandingan antara tegangan output pada charger dengan tegangan pada solar sell. dari tegangan Vrms dapat dilihat apakah proses charger dapat berjalan atau tidak. Pada pengujian alat ditentukan setpoint 13,7 volt agar batrai tidak cepat rusak. Setpoint tersebut memberikan indicator lampu LED. Untuk memberikan setpoint tersebut dapat diolah oleh controller Arduino Uno maka dibutuhkan rangkaian voltage divider dengan pembacaan pada Arduino Uno dengan nilai tertinggi bertegangan 4 volt. Dari tabel 4.3 tegangan accu dijadikan acuan pemberian titik setpoint dengan rata-rata pembacaan sebesar 11.554 volt. Pada saat siang hari Vrms dijadikan acuan dalam display berupa indicator LED karena Vrms merupakan output tegangan pada pengisian accu dengan rata-rata 12.052 volt.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Pada sistem pengendalian yang telah dibuat, *controller* yang digunakan adalah Arduino Uno. Dimana output sensor akan diterima oleh ADC dari Arduino Uno dan kemudian controller akan mengeksekusi perintah untuk diteruskan untuk display berupa indikator LED dan relay sebagai actuator
- Tegangan efektif yang dibutuhkan dalam pengisian (*charge accu*) 12 volt sebesar 13,2 volt -13,7 volt.
- Daya yang diolah oleh charge untuk mengisi baterai 12 volt diperoleh dengan rata-rata sebesar 51,632 watt sehingga untuk mengisi baterai dibutuhkan waktu sekitar 14 jam.

5.2 Saran

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam aplikasi PLTS dalam pembuatan lampu taman ini, antara lain :

- Sistem pengendalian pada penerangan lampu taman sudah cukup baik dan bisa disesuaikan antara kapasitas penyimpanan pada accu dan load yang dibutuhkan.
- Aplikasi ini dapat dikembangkan untuk kebutuhan energi listrik sehari-hari dengan menggunakan energi terbarukan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muamar, ***“Penerangan Jalan Umum Menggunakan Photovoltaick (PV)”***, Jurnal Ilmiah Mahasiswa Volume 1, No 1, Des, 2012.
- [2] Faslucky Afifudin, Farid Samsu Hananto, ***” Optimasi Tegangan Keluaran dari Solar Cell Menggunakan Lensa Pemfokus Cahaya Matahari”***, Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maliki Malang, 2012
- [3] Datasheet, ***“ATmega 235“*** ATMEL, 2002
- [4] Giri Woryanto, ***“Rancang Bangun Batrray Charge Controller Dual Sumber Suplai Beban dengan PLTS DAN PLN Berbasis Mikrokontroller”*** Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, 2005.
- [5] Malvino, ***“Prinsip – Prinsip Elektronika”***, Erlangga.Jakarta, 1997.
- [6] Tera Cembirink, ***“Perancangan Sistem Pemantauan Energi Listrik Pada Bangunan Secara Waktu Nyata Berbasiskan WEB”***, Makalah Tugas Akhir Sarjana Teknik Fisika – Institut Teknologi Bandung, 2013.
- [7] Zuhail, ***“Dasar Tenaga Listrik”***, ITB, Bandung, 1986

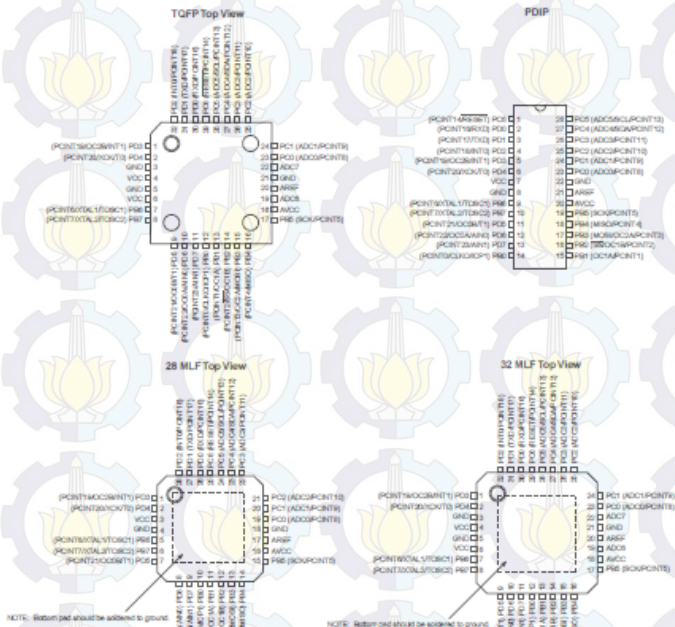
LAMPIRAN A DATA SHEET

ATMEGA 325

ATmega48PA/88PA/168PA/328P

1. Pin Configurations

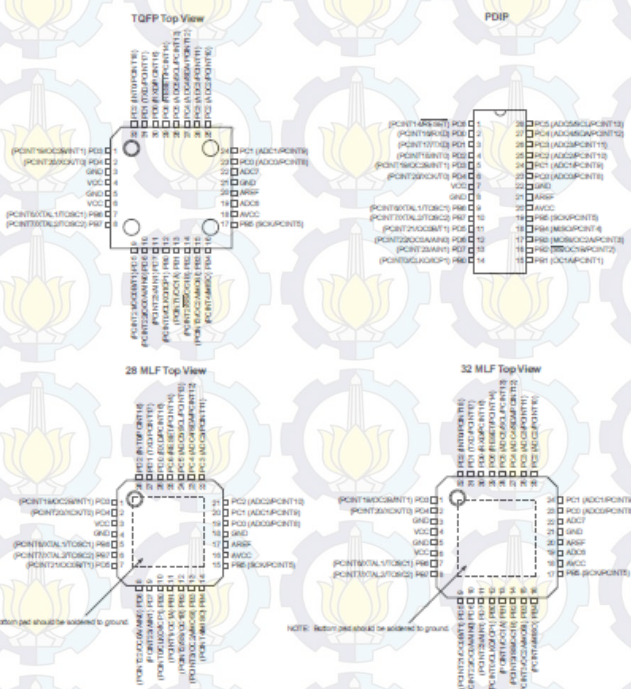
Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



ATmega48PA/88PA/168PA/328P

1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



1.1 Pin Descriptions

1.1.1 VCC

Digital supply voltage.

1.1.2 GND

Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the Inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the Inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 82 and "System Clock and Clock Options" on page 26.

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5..0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/RESET

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset Input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 28-3 on page 318. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in "Alternate Functions of Port C" on page 85.

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

ATmega48PA/88PA/168PA/328P

The various special features of Port D are elaborated in "Alternate Functions of Port D" on page 88.

1.1.7 AV_{CC}

AV_{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC3:0, and ADC7:6. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter. Note that PC6..4 use digital supply voltage, V_{CC} .

1.1.8 AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

1.1.9 ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)

In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.



LAMPIRAN B DATA SHEET SOLAR CELL

Spesifikasi solar cell 50 W :

SP 50W (P) 12V 20-871	
SILICON SOLAR PV MODULE	
P_m	50W
V_{oc}	21.1V
I_{sc}	4.23A
V_{mp}	16.5V
I_{mp}	3.34A
Max system voltage	1000V
Dimension	775*680*28mm
TEST CONDITION	AM1.5 1000W/m ² 25°C

LAMPIRAN C LISTING PROGRAM

```
/*
```

```
ReadAnalogVoltage
```

```
Reads an analog input on pin 0, converts it to voltage, and prints  
the result to the serial monitor.
```

```
Attach the center pin of a potentiometer to pin A0, and the  
outside pins to +5V and ground.
```

```
This example code is in the public domain.
```

```
*/
```

```
// the setup routine runs once when you press reset:
```

```
int analogPin = A0; // pin that the sensor is attached to
```

```
int led1 = 13; // pin that the LED is attached to
```

```
int led2 = 12;
```

```
int led3 = 11;
```

```
int led4 = 10;
```

```
int relay = 9;
```

```
void setup() {
```

```
pinMode(led1, OUTPUT);
```

```
pinMode(led2, OUTPUT);
```

```
pinMode(led3, OUTPUT);
```

```
pinMode(led4, OUTPUT);
```

```
pinMode(relay, OUTPUT);
```

```
pinMode(0, INPUT);
```

```
// initialize serial communication at 9600 bits per second:
```

```
Serial.begin(9600);
```


```
}
```

```
// the loop routine runs over and over again forever:
```

```
void loop() {
```

```
// read the input on analog pin 0:
```

```
int sensorValue = analogRead(A0);
// Convert the analog reading (which goes from 0 - 1023) to a
voltage (0 - 5V):
float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0);
// if the analog value is high enough, turn on the LED:
if (voltage >= 4.00) {
    digitalWrite(led1, HIGH);
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(led3, HIGH);
    digitalWrite(led4, HIGH);
    delay(1000);
}
if (voltage >= 3.80 && voltage < 4.00) {
    digitalWrite(led1, LOW);
    digitalWrite(led2, HIGH);
    digitalWrite(led3, HIGH);
    digitalWrite(led4, HIGH);
    delay(1000);
}
if (voltage >= 3.63 && voltage < 3.80) {
    digitalWrite(led1, LOW);
    digitalWrite(led2, LOW);
    digitalWrite(led3, HIGH);
    digitalWrite(led4, HIGH);
    delay(1000);
}
if (voltage >= 3.45 && voltage < 3.63) {
    digitalWrite(led1, LOW);
    digitalWrite(led2, LOW);
    digitalWrite(led3, LOW);
    digitalWrite(led4, HIGH);
    delay(1000);
}
if (voltage < 3.30) {
    digitalWrite(led1, LOW);
```

```
digitalWrite(led2, LOW);  
digitalWrite(led3, LOW);  
digitalWrite(led4, LOW);  
delay(1000);
```

```
}  
if(voltage > 4.52) {  
  digitalWrite(relay, HIGH);  
}  
else  
{  
  digitalWrite(relay, LOW);  
}
```

```
// print the analog value:  
Serial.println(voltage);  
delay(1000);  
}
```

BIODATA



Nama Penulis Eko Pujo Sasmito, dilahirkan di Lamongan, 02 Oktober 1992. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari SDN Latsari I dilanjutkan di SMPN 5 Tuban dan dilanjutkan lagi di SMAN 2 Tuban dan tahun 2011 masuk di prodi D3 Metrologi dan Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut

Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya dengan NRP : 2411 031 057. Apabila terdapat pertanyaan tentang tugas akhir penulis maka dapat menghubungi No.Telpon Penulis yaitu : 089677113823, dan dapat juga melalui Email Penulis yaitu : ekopujosasmito10@gmail.com.